

ジルコンのマウント材のPFAとFEPの特性比較

檀原 徹・岩野英樹・山下 透 (京都フィッション・トラック)

PFAシートはHayashida & Danhara(1985)以来、FEPに代わるジルコンのマウント材として日本では広く使われている。しかし、これまでにPFAとFEPの素材の特性を詳しく記述したものはない。今回PFAとFEPの素材の記載と、アルカリエッチャントに対する特性（耐久性）に関する比較実験を行った。

PFA PFAとは4フッ化エチレンとパーフロロアルコキシレンとの共重合体 copolymer of tetrafluoroethylene-perfluoroalkoxyethyleneからなるフッ素樹脂である (Table 1)。著者らが使用しているのは厚さ0.25mmの東レ株式会社製トヨフロンPFA 250-Xで、連続使用温度が-253~+260℃と広い。特に連続最高使用温度はFEPに比べて60℃も上回って耐熱性に優れ、高温時での機械的強度はフッ素樹脂中最強である。

通常アルカリエッチングのエッチャントの温度は210~230℃で、FEPの連続最高使用温度200℃より高く、PFAのそれよりも低い。即ちアルカリエッチングにおけるPFAのFEPに対する優位性はまさにこの点にある。

比較実験とその結果

実験1. バルクエッチング率 10mm角、0.25mm厚のPFAとFEPシートをKOH:NaOHエッチャント (225℃) で48時間毎、計240時間まで段階エッチングをし、それぞれの質量変化を調べた。さらに、ジルコンのマウント材として用いる時の条件に合わせるため、ジルコンを埋め込む条件でプレスしたシートもそれぞれ用意した。質量減少変化の実験結果をFig.1に示した。PFAとFEPシートのそれぞれの比重2.15、2.16から、プレスしていないPFAシートのバルクエッチング率は $0.06 \pm 0.01 \mu\text{m}/\text{h}$ 、プレスしていないFEPは $0.15 \pm 0.01 \mu\text{m}/\text{h}$ 、プレスしたPFAは $0.06 \pm 0.01 \mu\text{m}/\text{h}$ 、プレスしたFEPは $0.14 \pm 0.01 \mu\text{m}/\text{h}$ と計算された。このことからプレス工程の有無に関わらずFEPのバルクエッチング率はPFAの2倍以上であることが明らかになった。

実験2. ジルコンの長時間エッチング (225℃) 実験1.と同じサイズのPFAとFEPシートにそれぞれ100粒のジルコン (大阪層群ピンク火山灰) を外部結晶面が露出するように埋め込み、長時間エッチング中にどれだけ保持されるかを調べた。エッチング条件はKOH:NaOHエッチャント (225℃) である。粒径は100-150 μm にそろえ、研磨せずに外部面を10時間毎100時間まで段階エッチングした。実験結果をFig.2に示した。FEPの方は30時間後に脱落し始め、70時間後には全粒子が脱落した。それに対しPFAの方は70時間後まで脱落がなく、100時間後でも75%の粒子が保持されていた。

実験3. ジルコンの長時間エッチング (200℃) 実験2と同じ実験をエッチング温度を200℃に下げて2週間 (336時間) 行った。その結果PFAの方は全く脱落がなく、FEPの方も95%の粒子が保持されていた。

考察 実験1、2からPFAがFEPよりもジルコンのマウント材として優れていることが検証された。しかし、FEPシートの特性が劣るとみなすのは適切ではなく、FEPの性能以上での使い方が問題を引き起こしていたということも実験3から明らかになった。

Table 1. Comparison of the PFA and FEP resins

Trade name	Toyoflon® PFA	Toyoflon® FEP
Scientific name	Copolymer of tetrafluoroethylene-perfluoroalkoxyethylene	Copolymer of ethylene-hexafluoropropylene
Chemical structure	$-(CF_2-CF_2)_m-(CF_2-CF \cdot ORf)_n-$ (Rf: perfluoroalkyl)	$-(CF_2-CF_2)_m-(CF_2-CF \cdot CF_3)_n-$
Specific gravity	2.12-2.17	2.12-2.17
Melting point	302-310°C	255-280°C
Maximum tolerable temperature	260°C	200°C

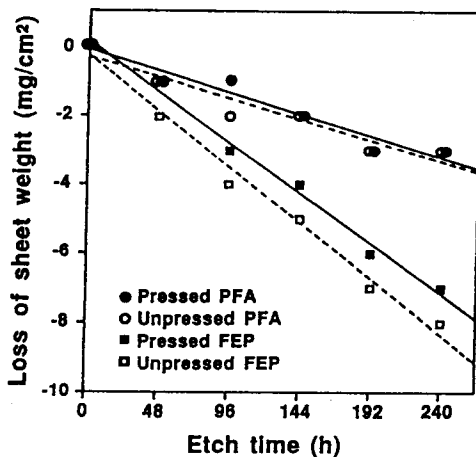


FIG. 1. Relationship between the loss of sheet weight and the etch time for pressed PFA, unpressed PFA, pressed FEP and unpressed FEP sheets. Weight loss is normalized to the unit sheet area. The solid and broken lines represent the pressed and unpressed sheets, respectively.

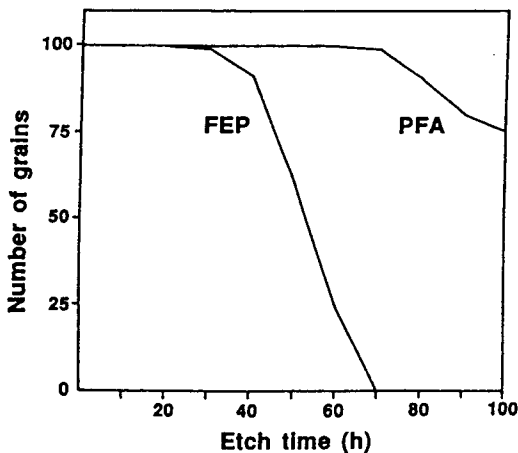


FIG. 2. Relationship between the number of grains remaining and the etch time for the PFA and FEP sheets.